

DIELECTRIC MULTILAYERED PARTS AND ITS MANUFACTURE

Publication number: JP6291380

Publication date: 1994-10-18

Inventor: ADACHI HIDEO; WAKABAYASHI KATSUHIRO;
FUJIMURA TAKENAO; SAWADA YUKIHIKO

Applicant: OLYMPUS OPTICAL CO

Classification:

- International: C04B41/87; H01L41/083; H01L41/09; H01L41/22;
H01L41/24; C04B41/87; H01L41/083; H01L41/09;
H01L41/22; H01L41/24; (IPC1-7): H01L41/09;
C04B41/87; H01L41/24

- European:

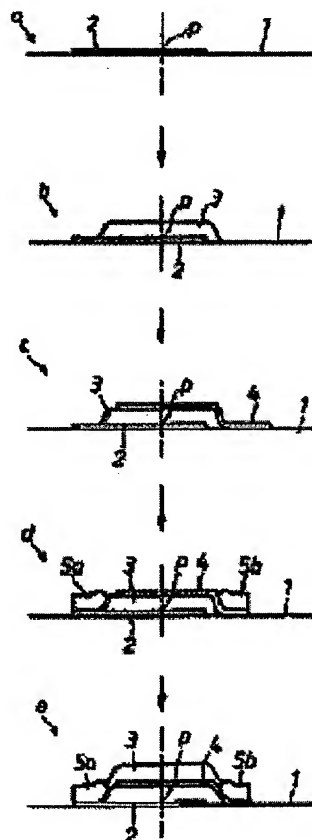
Application number: JP19930098742 19930331

Priority number(s): JP19930098742 19930331

[Report a data error here](#)

Abstract of JP6291380

PURPOSE: To form at a low-cost multilayered ceramic dielectrics without using organic material like binder, by spraying and depositing ultrafine particles in specific order, which particles correspond with inner electrode material, dielectric material and outer electrode material. **CONSTITUTION:** A lower electrode 2 is formed like a process (a) on a substrate 1, and heat-treated in order to increase the adhesion to the substrate 1. A position point (p) and a nozzle P point are set to be superposed like a process (b), and spray and deposition are performed while the substrate 1 is heated. As an upper electrode 4, Pt is sprayed, deposited and formed like a process (c), while the substrate is similarly heated. In order to prevent the generation of step-cut in the case of forming a second piezoelectric layer, metal material 5a, 5b such as Pt, Ni, Ag-Pb are sprayed and deposited like a process (d), for the purpose of step-difference reduction and outer electrode formation. The above turns to one layer equivalence of the lower electrode, the upper electrode, the piezoelectric layer, and an outer electrode. Next a second piezoelectric layer 3 is formed.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-291380

(43)公開日 平成6年(1994)10月18日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
H 0 1 L 41/09				
C 0 4 B 41/87	J			
H 0 1 L 41/24		9274-4M	H 0 1 L 41/ 08	Q
		9274-4M	41/ 22	Z
			審査請求 未請求 請求項の数9	FD (全 10 頁)
(21)出願番号	特願平5-98742	(71)出願人	000000376	
(22)出願日	平成5年(1993)3月31日		オリンパス光学工業株式会社	
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号	
		(72)発明者	安達 日出夫	
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ	
			ンパス光学工業株式会社内	
		(72)発明者	若林 勝裕	
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ	
			ンパス光学工業株式会社内	
		(72)発明者	藤村 毅直	
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ	
			ンパス光学工業株式会社内	
		(74)代理人	弁理士 奈良 武	
				最終頁に続く

(54)【発明の名称】 誘電体積層部品とその製造方法

(57)【要約】

【目的】 バインダー等の有機材料を用いることなく、
積層型セラミックス誘電体を作製する。

【構成】 出射端形状の異なる複数のノズルによってそ
れぞれ内部電極材料、誘電体材料、外部電極材料に対応
した超微粒子を一定の順序で噴射堆積することを繰り返
し、内部電極、誘電体層の積層及び外部電極の形成して
積層体を得る。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の内部電極と誘電体及び外部電極からなる誘電体積層部品において、出射端形状の異なる複数のノズルから、それぞれ内部電極材料、誘電体材料、外部電極材料に対応した超微粒子を一定の順序で噴射堆積することを繰り返して内部電極、誘電体層の積層及び外部電極を形成したことを特徴とする誘電体積層部品。

【請求項2】 内部電極が同一誘電体膜上で部分的もしくは全てを分割電極に形成したことを特徴とする請求項1記載の誘電体積層部品。

【請求項3】 誘電体材料がジルコン酸チタン酸鉛系 ($(\text{Pb}_{1-x}\text{M}_x)(\text{Zr}_{1-y}\text{Ti}_y)\text{O}_3 + \alpha\text{MeO}$ 、 $\text{M}:\text{Sr}, \text{Ba}, \text{Ca}, \text{Mg}$, $x:0\sim0.3$, $y:0\sim1.0$, $\text{Me}:\text{Ta}, \text{Nb}, \text{W}, \text{Mo}, \text{Cr}, \text{Mn}, \text{Fe}, \text{Co}, \text{Ni}, \text{Zn}, \text{Y}, \text{Bi}, \text{Sb}, \text{Sm}, \text{Nd}, \text{Si}, \text{Ge}, \text{B}$) の圧電材料であることを特徴とする請求項1に記載した誘電体積層部品。

【請求項4】 誘電体材料が ($\text{Pb}_{1-x}\text{M}_x$) ($(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})_{1-y}\text{Ti}_y$) $\text{O}_3 + \alpha\text{MeO}$ 、 $\text{M}:\text{Sr}, \text{Ba}, \text{Ca}, \text{La}$, $x:0\sim0.4$, $y:0\sim1.0$, $\text{Me}:\text{Zr}, \text{Ta}, \text{Nb}, \text{W}, \text{Mo}, \text{Cr}, \text{Mn}, \text{Fe}, \text{Co}, \text{Ni}, \text{Zn}, \text{Y}, \text{Bi}, \text{Sb}, \text{Sm}, \text{Si}, \text{Ge}, \text{B}$) の電歪材料であることを特徴とする請求項1に記載した誘電体積層部品。

【請求項5】 誘電体材料がチタン酸バリウム系 ($(\text{Ba}_{1-x}\text{M}_x)(\text{Ti}_{1-y}\text{Me}_y)\text{O}_3 + \alpha\text{MeO}$ 、 $\text{M}:\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Mg}, \text{Pb}$, $x:0\sim0.5$, $y:0\sim0.5$, $\text{Me}:\text{Zn}, \text{Nb}, \text{W}, \text{Co}, \text{Ni}, \text{Zr}, \text{Mo}, \text{Cr}, \text{Mn}, \text{Fe}, \text{Y}, \text{Bi}, \text{Sb}, \text{Ta}, \text{Sm}, \text{Nd}, \text{Si}, \text{Li}, \text{Ho}, \text{B}$) の誘電体材料であることを特徴とする請求項1に記載した誘電体積層部品。

【請求項6】 複数の内部電極と、誘電体及び外部電極からなる誘電体積層部品の製造方法において、出射端形状の異なる複数のノズルから、それぞれ内部電極材料、誘電体材料、外部電極材料に対応した超微粒子を一定の順序で噴射堆積することを繰り返して積層して内部電極、誘電体層の積層及び外部電極からなる積層体を得ることを特徴とした誘電体積層部品の製造方法。

【請求項7】 積層体を積層後に熱処理によって焼結することを特徴とする請求項6記載の誘電体積層部品の製造方法。

【請求項8】 内部電極材料が白金、パラジウム、銀、ニッケルのうちいずれか、またはこれらの合金であることを特徴とする請求項7記載の誘電体積層部品の製造方法。

【請求項9】 請求項8記載の内部電極材料と誘電体材料の微粒子を、同時に噴射堆積して、この混合膜を内部電極とすることを特徴とする請求項6記載の誘電体積層部品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、誘電体積層部品、特に微細な構造を高い信頼性で実現できる誘電体積層部品とその製造法に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、積層型セラミックス誘電体は、セラミックコンデンサ、積層型圧電・電歪素子に代表されるように幅広く用いられている。例えば、積層型圧電・電歪素子は、高精度位置決め等の積層型アクチュエータとして必要性が急増しており、その変位量、発生力等の目標仕様に依じて種々の寸法、構造のものが利用されている。

【0003】 この積層型セラミックスは、内部に数十～数百 μm の間隔で層状に埋め込まれた電極膜が交互に外部電極に接続された構造となっている。そして、この製造方法はテープキャスト法と呼ばれるもので、その製造プロセスを図17のフローチャート、積層型セラミックアクチュエータの構造の断面図および斜視図を図18および図19に示す。その方法としては、特開昭58-196068号公報のようにして、積層型セラミックスが製造されている。以下にこの製造方法についてその概略を説明する。

【0004】 まず、セラミックスの仮焼粉末に少量の有機バインダーと有機可塑剤を加えて、有機溶剤中に分散、混合させて泥漿を得る。この泥漿はテープキャスト法により、厚さ数十～数百 μm の膜となる。この膜を適当な寸法に切断した後、その片面上に金属ペースト膜を印刷塗布し内部電極21とする。これらを数十～数百枚積み重ねて、熱圧着積層化する。この積層体を電気炉内で、まず数百度の温度で加熱し、含有している有機成分を飛散させた後、更に1000℃～1300℃の温度で加熱焼成する。そして、焼結した電歪材料22の積層体の内部電極21の露出部に一層おきに絶縁材料により絶縁部23を設けた後、外部電極24を付与し、適当な大きさに切断して図に示したような、数十 μm の間隔で層状の内部電極21を有する積層型アクチュエータを製造する。尚、積層体の耐久性向上のため、図19のように積層体の畳端部に厚めの圧電体層25を設けることが一般的に行われている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記従来技術における積層型セラミックス誘電体の製造方法では、有機バインダーと有機可塑剤を加えて有機溶剤中に分散・混合して泥漿を作製し、テープキャスト法により厚さ数十～数百 μm のグリーンシートを得て、有機材料を含んだ電極材を内部電極21として印刷後、積層して焼成するために、バインダー等有機材料の飛散時に発生するボアの抑制に限界があり、機械的強度が弱く、耐圧強度にも充分な信頼性が得られていなかった。

【0006】 また、使用する誘電体仮焼成粉末に超微粒

子粉末を用いることにより、セラミックスの焼結後の緻密性は幾らか向上し、これに依って信頼性が向上するが、有機材料を使うことには違いはなく、根本的な解決にはならなかった。一方、有機材料を使わない方法としては、電極薄膜と誘電体薄膜をスパッタ等で交互に積層する方法も提案されているが、実際には耐圧が十分な薄膜を多数積層することは極めて困難で、この方法による薄膜積層体は実現していない。

【0007】本発明では、上記従来の問題点を鑑みてなされたもので、信頼性の低下の原因となるバインダー等の有機材料を使用せずに、セラミックの超微粒子から積層型セラミック誘電体を安価に作製した誘電体積層部品とその製造方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記内部電極は、同一誘電体膜上で部分的もしくは全てを分割電極に形成してもよい。さらに、上記誘電体材料は、ジルコン酸チタン酸鉛系 ($(\text{pb}_{1-x}\text{M}_x)(\text{Zr}_{1-y}\text{Ti}_y)\text{O}_3 + \alpha\text{MeO}$, $\text{M}:\text{Sr}, \text{Ba}, \text{Ca}, \text{Mg}$, $x:0\sim0.3$, $y:0\sim1$, $\text{O}, \text{Me}:\text{Ta}, \text{Nb}, \text{W}, \text{Mo}, \text{Cr}, \text{Mn}, \text{Fe}, \text{Co}, \text{Ni}, \text{Zn}, \text{Y}, \text{Bi}, \text{Sb}, \text{Sm}, \text{Nd}, \text{Si}, \text{Ge}, \text{B}$) の圧電材料を用いて構成してもよい。

【0009】また、上記誘電体材料は、($\text{Pb}_{1-x}\text{M}_x)(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})_{1-y}\text{Ti}_y)\text{O}_3 + \alpha\text{MeO}$, $\text{M}:\text{Sr}, \text{Ba}, \text{Ca}, \text{La}$, $x:0\sim0.4$, $y:0\sim1$, $\text{O}, \text{Me}:\text{Zr}, \text{Ta}, \text{Nb}, \text{W}, \text{Mo}, \text{Cr}, \text{Mn}, \text{Fe}, \text{Co}, \text{Ni}, \text{Zn}, \text{Y}, \text{Bi}, \text{Sb}, \text{Sm}, \text{Si}, \text{Ge}, \text{B}$) の電歪材料を用いてもよい。

【0010】さらに、上記誘電体材料は、チタン酸バリウム系 ($(\text{Ba}_{1-x}\text{M}_x)(\text{Ti}_{1-y}\text{Me}_y)\text{O}_3 + \alpha\text{MeO}$, $\text{M}:\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Mg}, \text{Pb}$, $x:0\sim0.5$, $y:0\sim0.5$, $\text{Me}:\text{Zn}, \text{Nb}, \text{W}, \text{Co}, \text{Ni}, \text{Zr}, \text{Mo}, \text{Cr}, \text{Mn}, \text{Fe}, \text{Y}, \text{Bi}, \text{Sb}, \text{Ta}, \text{Sm}, \text{Nd}, \text{Si}, \text{Li}, \text{Ho}, \text{B}$) の誘電体材料を用いてもよい。

【0011】さらに、複数の内部電極と、誘電体及び外部電極からなる誘電体積層部品の製造方法において、出射端形状の異なる複数のノズルから、それぞれ内部電極材料、誘電体材料、外部電極材料に対応した超微粒子を一定の順序で噴射堆積することを繰り返して積層して内部電極、誘電体層の積層及び外部電極からなる積層体を得るように構成した。

【0012】そして、上記積層体は、積層後に熱処理によって焼結してもよい。また、上記内部電極に白金、パラジウム、銀、ニッケルのうちいずれか、またはこれらの合金を用いて製造してもよい。さらに、白金、パラジウム、銀、ニッケルのうちいずれか、またはこれらの合金からなる内部電極材料と誘電体材料の微粒子を、同時

に噴射堆積して、この混合膜を内部電極として製造してもよい。

【0013】

【作用】上記構成にあつては、信頼性の低下の原因となるバインダー等の有機材料を使用せずに、積層型セラミック誘電体を安価に作製することができる。詳細には、複数の出射端形状の異なるノズルを準備し、これらのノズルを用いて電極金属材料、圧電材料の超微粉を基板に一定の順序で噴射堆積し、かかる後、必要に応じて熱処理により焼結させるという方法である。このような成膜方法については、特開平4-188503号公報にて提案されている。

【0014】この方法の概略を以下に説明する。図5

(A), (B), 図6は装置の原理図である。He等のキャリアガスで搬送された金属材料や誘電体材料の超微粒子は、搬送管31を経て、ノズル32を通じて基板33に向けジェット噴射され、ノズル出射端形状に対応した形状、寸法の膜が形成される。なお、図5(A)は厚膜の形成、図5(B)は小さい塊の形成を示している。

この方法の特徴は、

- (1) 異種、多元素の均一混合膜の形成が容易である。
- (2) マスク不使用でもパターン形成が可能である。
- (3) 膜形成速度が大きい。
- (4) 低温でも膜形成が可能である。

という点が挙げられている。

【0015】この方法によれば10 μm 前後の比較的厚い膜が有機バインダーを一切用いず均一にできる。それぞれの超微粒子の準備は、金属の場合、金属材質に応じて抵抗加熱法、誘導加熱法、アーク加熱法、誘導プラズマ加熱法、アーク加熱法、レーザ加熱法を用い、金属ガスを発生させて超微粒子化させる。又、誘電体超微粒子は良く知られたアルコキシド法によって混合含有機金属超微粒子を作製し、これを熱分解した酸化物微粒子を図5のような超微粒子/エアロゾル化室34に入れ、これに搬送ガスとしての N_2 , He, Ar, H_2 等のガスで舞いあがらせ、搬送管31を経て、ノズルに導入する。以上が成膜法の基本的な原理である。上記と同様な方法で、基板33の同じ位置に対して異なるノズル32を一定の順序で噴射堆積させることによって積層構造が得られることになる。

【0016】

【実施例1】図1～図4を用いて本実施例の積層型圧電アクチュエータの製造方法を説明する。図1は、下部電極形成から外部電極形成までの各1層を全て形成する手順を示す平面図、図2は、下部電極形成から2層目の圧電体層を形成した状態の断面図で、図1のa～d工程と図2のa～d工程とはそれぞれ対応して示してある。図3は、本発明により積層型圧電アクチュエータの製造に用いる、図5のノズル32の出射端形状7を示した図である。a, cは内部電極堆積用、dは外部電極堆積用で

ある。そして、a, cのノズルからは、内部電極材料となる、例えばPt, Ni, Ag-Pd等の超微粒子が、bのノズルからは、圧電材料、例えばジルコン酸チタン酸鉛(PZT)の仮焼粉の超微粉が、またdのノズルからは外部電極用材料、例えばPt, Ni, Ag-Pd等の超微粒子を噴射させることが出来る。図中のP点は、基板の中心位置で、図1, 2に示したp点と一致するように基板を位置決めし積層していく。

【0017】先ず、例えば基板として、MgO, Al₂O₃や表面を酸化したSi等の表面が絶縁性を有した基板1の上に下部電極2を、例えばPt/Tiをスパッタ等の手段で図1および図に示すa工程のように形成し、基板1との密着性を高めるために700℃で熱処理し、その後、PZT等の圧電膜3を図1および図2のb工程のように基板1の位置p点とノズルP点が重なるようにし、且つ300℃～500℃に基板1を加熱しながら噴射堆積する。次いで、図1および図2のc工程のように、上部電極4としてPtを同様に基板加熱しながら噴射堆積形成する。更に、2層目の圧電体層形成時に、段切れを起こさないう、段差低減と外部電極形成目的として、図1および図2のd工程のようにPt, Ni, Ag-Pb等の金属材料5a, 5bを噴射堆積する。以上が下部電極、上部電極、圧電体層、外部電極の1層分となる。次いで、2層目の圧電体層3を形成する。

【0018】以上、最下層電極の成膜を別にして、使用ノズルの順序は、図3のb→c→d→b→a→b→d→c→b→d→a→b→d→c→b→d→a→b→d→c・・・のように積層成膜していくことにより、図4に示した積層体構造6が得られる。尚、他のノズルの手順として、b→d→c→b→d→a→b→d→c→b→d→a→b→d→c→b→d→a→b→d→c・・・のように積層成膜してもよいし、最下層電極もaのノズルを用いれば、a→b→d→c→b→d→b→d→a→b→d→c→b→d→a→b→d→c→b→d→a→b→d→c・・・のように積層成膜手順の規制性がさらに高まり成膜の時間的効率が良くなる。

【0019】このように積層成膜した後、500℃～1100℃の範囲で空气中、または酸化鉛ガス雰囲気中で熱処理する。熱処理による焼結後、2～5KV/mmの電圧を印加し分極を行い、積層型圧電アクチュエータを得る。

【0020】また、このような構造において基板1に前もって配線パターンも形成してあれば、従来構造のように後でリード線を取り付けるといった煩わしさから解放されることになる。尚、誘電体材料としては、ジルコン酸チタン酸鉛系((Pb_{1-x}M_x)(Zr_{1-y}Ti_y)O₃+αMeO, M: Sr, Ba, Ca, Mg, x: 0～0.3, y: 0～1.0, Me: Ta, Nb, W, Mo, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Zn, Y, Bi, Sb, Sm, Nd, Si, Ge, B)の圧電材料であれ

ば同様な作用、効果が得られる。

【0021】上述した電極金属や圧電体酸化物の超微粒子を交互に噴射堆積することにより、積層体を作製すると、バインダー等の有機材料を使用せずとも積層体ができるため、従来のように、電気泳動によりガラスを絶縁材として付与し焼付ける必要もなく積層型圧電アクチュエータが作製できる。

【0022】上述したように、電極金属や圧電体酸化物の超微粒子を交互に噴射堆積することにより、バインダー等の有機材料を用いざるを得ない従来の製法が持っていた欠点、即ち、緻密さに劣る点の改善、内部電極、圧電体層、外部電極形成を別々の装置で行う必要もなくノズルの出射端形状によって非常に小さな寸法で、変位量が大きく、信頼性の高い積層圧電アクチュエータを低コストで製造出来ることができる。

【0023】上述したように、電極金属や圧電体酸化物の超微粒子を交互に噴射堆積することにより、積層体を作製すると、バインダー等の有機材料を使用せずとも積層体ができるため、従来のように、電気泳動によりガラスを絶縁材として付与し焼付ける必要もなく積層型圧電アクチュエータが作製できる。

【0024】

【実施例2】図7および図8は、本発明の実施例2の工程図を示し、図7のa～hはそれぞれ各工程におけるアクチュエータの基準点p(この場合は中心点)を通るX方向の断面図、図8のa～fは、図7のa～hの工程と対応するY方向の断面図を示したものである。図10は、最終的な電圧アクチュエータの平面図、図11、図12は、図10におけるX方向、Y方向の断面図を示したものである。本実施例の基本的な構成は、前記実施例1と同様であり、同一な構成部分には同一番号を付すとともに、相違点についてのみ述べる。

【0025】本実施例では、Pb((Mg_{1/3}Nb_{2/3})_{0.9}Ti_{0.1})O₃の電圧セラミックスの仮焼粉を粉碎して、0.5μm以下の微粒子を原料とした。まず、吹き付けられる超微粉の付着力を上げるために、基板1を200～350℃に加熱する。図9のaのような出射端形状7をしたノズルで電極材2の微粒子を堆積させ、図7および図8に示すa工程でp点を通るx方向、Y方向への成膜を行う。ここで、ノズルの基準点Pと基板1側の基準点pは、一致した状態で各物質を噴射堆積していくものとする。

【0026】次いで、図7のbのような出射端形状7のノズルで、図7および図8のb工程に示すように電極材2の上に、前記電圧材料8を堆積に成膜する。そして、2つに電極を分割するために、図9のcのような出射端形状7のノズルで、図7および図8のc工程に示すように分割電極9a, 9bとしてAg-Pdを電極材料8の

上に噴射堆積させ、その後、図9のdのような出射端形状7のノズルで絶縁材として分割電極9a、9b間に前記電極材8を堆積させる。ついで、電極間の導通を確実にするために、図9のeのような出射端形状7のノズルで、導電材料を外部電極10a、10b、10gとして、Ag-Pdを噴射堆積させる。そして、図9のノズルeのように、bと同じノズルを使用して、電極材料8を堆積させ、図9のノズルgのようにaと同じノズルを使用して、電極材2の微粒子を堆積させ、図9のhのようにeと同じノズルを使用し、外部電極10a、10b、10gとして、Ag-Pdを噴射堆積させる。

【0027】以降、図9のb→c→d→e→f→g→h→を繰り返し、図10～12に示す電極セラミックの積層体11を作製する。この電極積層体11を100℃/hの昇温速度で1000℃、60分間保持し、100℃/hの降温速度で500℃冷却し、自然放冷し積層体を得た。尚、誘電体材料は、 $(\text{Pb}_{1-x}\text{Mx}) (\text{Mg} \frac{1}{3} \text{Nb} \frac{2}{3})_{1-y}\text{Ti}_y \text{O}_3 + \alpha \text{MeO}$ 、M: Sr, Ba, Ca, La, x: 0~0.4, y: 0~1.0, Me: Zr, Ta, Nb, W, Mo, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Zn, Y, Bi, Sb, Sm, Si, Ge, B)の電極材料であれば同様な作用、効果を得ることができる。

【0028】上述したように、電極金属や電極材料の超微粒子を交互に噴射堆積することにより、バインダー等の有機材料を使用することなく、分割電極を有する積層体を作製することができる。また、外部電極も絶縁処理を含め同時に形成ができるため、従来のように、電気泳動によりガラスを絶縁材として付与し焼付けする必要もなく積層型圧電アクチュエータが作製できる。尚、熱処理後にエポキシ樹脂等により露出した電極部を、絶縁処理してアクチュエータが完成する。

【0029】本実施例によれば、積層方向の変位の他、外部電極10a、10bに異なる電圧を印加することにより図8でいうY軸方向への変位が調節可能な、言い換えると2軸の変位が可能な高い信頼性を有した積層アクチュエータが作製できる。また、従来法のテープキャスティング法(ドクターブレード法)で作製するよりも、一層の厚さが精度良く薄くできるので、低電圧による駆動が可能となる。例えば、一層の厚さが10μmの積層体の場合、駆動電圧は5V程度であり、トランスがなくても使用できるものとなる。尚、本実施例では電極の分割数は2つであるが、複数個に分割することもノズルを替えることで可能であり、XYZの3軸方向の変位が可能な積層体を作製することが可能である。また、形状はノズル端の形状を変化させることで、任意の形で製造することができる。

【0030】

【実施例3】13は、実施例2の製造方法における一工程を示す斜視図、図14は、本実施例の積層型セラミッ

クコンデンサを示す断面図である。本実施例の基本的な構成は前記実施例1と同様であり、同一な構成部分には同一番号を付すとともに相違点について述べる。

【0031】本実施例は、超微粒子を噴射堆積するノズル32が細長い形状で、前実施例とはことなり、それぞれの部材を噴射堆積させながら、図示しない駆動装置により、アルミナ等の耐熱・絶縁基板1を移動させて積層体を製造するものである。具体的には、誘電体材料としてチタン酸バリウム系のセラミック超微粒子を使用し、積層型セラミックコンデンサを作製した。まず、絶縁体基板1の上に、ノズル32を位置決めし電極材2として、Ag-Pdの超微粒子を噴射堆積させながら、基板1をある一定速度で動かし、電極膜2を作製する。ついで、ノズル32を変え誘電体材料14を同様に噴射堆積させる。この動作を繰り返して、図14に示すような断面形状の誘電体積層体15を作製した。

【0032】その後、1000~1300℃で熱処理を行い、より緻密に焼結させた後、露出した電極部の封止、裁断を行い、積層型コンデンサを作製した。尚、誘電体材料が、チタン酸バリウム系 $(\text{Ba}_{1-x}\text{Mx}) (\text{Ti}_{1-y}\text{Me}_y) \text{O}_3 + \alpha \text{MeO}$ 、M: Sr, Ca, Mg, Pb, x: 0~0.5, y: 0~0.5, Me: Zn, Nb, W, Co, Ni, Zr, Mo, Cr, Mn, Fe, Y, Bi, Sb, Ta, Sm, Nd, Si, Li, Ho, B)の誘電体材料であれば同様な作用、効果が得られる。

【0033】このように、電極材と誘電体材料を交互に噴射堆積させることで、一層当たりの厚さが非常に薄い、誘電体セラミックコンデンサが容易にできる。尚、本実施例では、熱処理を行うために基板1にはアルミナを使用し電極材には、Ag-Pdを使用した。尚、熱処理を行わない場合は、基板1にはガラエポ等の樹脂系のもので使用することができる。また、高価なAg-Pd電極から、Ni等の安価な電極の選択もできる。また、基板として水性樹脂を使用して、積層体を得た後、水に浸し基板を除去することも可能である。

【0034】本実施例によれば、電極間の厚みが薄いため、小さい形状で高容量のコンデンサが得られる。さらに、本実施例の本方法では、グリーンシートという有機物を含んだ工程を踏まないために、気泡が少なく信頼性のものが得られる。また、基板1、ノズル32とも移動させない成膜法では、ノズル出射端形状7を大きくして、大面積のものを作製しようとした場合、各層内で厚みのバラツキが生じやすいが、本実施例では長さのあるものも作製が可能である。そのため、長いコンデンサ部品作製後、裁断、端子取付、そして絶縁処理することにより、さらに安価にコンデンサを製造できる。

【0035】

【実施例4】図15は、本実施例4における製造方法の一工程を示す断面図、図16は図15におけるA部の拡

大断面図です。本実施例の基本的な構成は、前記実施例2と同様であり、同一な構成部分には同一番号を付すとともに、相違点についてのみ述べる。本実施例は、実施例2で挙げた分割電極9を有する積層型電歪セラミックスの作製方法の変形例である。具体的には電歪材料の超微粒子を噴射堆積するノズル32が、細長い形状をしており、ノズル32を移動させて積層体20を作製していく。そして、分割電極9の分割部は、それぞれ別のエアゾル化室12から供給される、セラミック8と電極材14の超微粒子の量を制御し、噴射堆積させる。そして、同時に電極と絶縁部材としての電歪材料8を噴射堆積させて分割電極層9を成膜する。また、本実施例では、電極とセラミックの密着性を高めることを目的とし、各エアロゾル化室12から超微粒子を搬送する際、電極材14に対しセラミック8が約10%添加となるように制御し、両電極2、4を成膜形成した。

【0036】実施例2と同様に、信頼性の高い積層型アクチュエータが作製できた、大きなものこの方法により作製可能である。さらに、電極中にセラミックが少量添加されていることで、密着力耐熱衝撃力等が向上し、更に高い信頼性の積層部品が作製できる。図16の拡大断面図は、分割電極9の電極境界部付近を拡大、概念化したもので、電歪体層19は、電歪15からのみからなるが、電極層18は、電極分割部が絶縁体としての電歪材料15のみからなり、その他の電極部は電歪体材料15が電極材料14中に混入している様子を示したものである。

【0037】基板1、ノズル32とも移動させない成膜法では、ノズル出射端形状7を大きくして、大面積のものを作製しようとした場合、各層内で厚みのバラツキが生じやすいが、本実施例の方法では長さのあるものも作製が可能である。さらに、電極材14とセラミック8のように、異種、多元素の任意の割合での、均一混合膜の形成が容易となる。なお、異種の物質の噴射堆積では、堆積スピードに差があるため、センサーを取付けてフィードバックを掛けながら、ノズルもしくは基板を移動させ積層体を形成すると、さらに高精度の積層型誘電体部品が作製できる。

【0038】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、超微粒子のみが搬送ガスにより浮遊し、噴射堆積するために粒径にも大きなバラツキはなく、低温での焼結が可能である。そして、従来テープキャスト法ではグリーンシートを薄くするには限界があったが、本方法では数 μm レベルの厚さのものを積層することが可能であり、圧電・電歪セラミック積層体では駆動電圧を低くすることができ、積層コンデンサにおいては、小型で、高容量、高精度のものが作製可能である。その他にも本発明の方法では、異種、多元素の任意の割合での均一混合膜の形成が容易であり、また、マスク不使用でもパターン

形成が可能であるとともに、スパッタや真空蒸着法といった従来の成膜法と比較し、膜形成速度が大きいことを利用して、信頼性の高い誘電体積層部品を安価に作製することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1の製造工程を示す説明図である。

【図2】本発明の実施例1の製造工程を示す断面図である。

【図3】本発明の実施例1の製造方法に用いるノズルの出射端形状を示す説明図である。

【図4】本発明の実施例1の積層型圧電アクチュエータを示す断面図である。

【図5】従来の製造方法を示す説明図である。

【図6】従来の製造方法を示す説明図である。

【図7】本発明の実施例2の製造工程を示す断面図である。

【図8】本発明の実施例2の製造工程を示す断面図である。

【図9】本発明の実施例2の製造方法に用いるノズルの出射端形状を示す説明図である。

【図10】本発明の実施例2の積層型圧電アクチュエータの平面図である。

【図11】本発明の実施例2の積層型圧電アクチュエータの断面図である。

【図12】本発明の実施例2の積層型圧電アクチュエータの断面図である。

【図13】本発明の実施例3の製造方法の一工程を示す斜視図である。

【図14】本発明の実施例3の積層型コンデンサを示す断面図である。

【図15】本発明の実施例4の製造方法の一工程を示す断面図である。

【図16】図15のA部を示す拡大断面図である。

【図17】従来の製造方法を示すフローチャートである。

【図18】従来の積層型セラミックアクチュエータを示す断面図である。

【図19】従来の積層型セラミックアクチュエータを示す斜視図である。

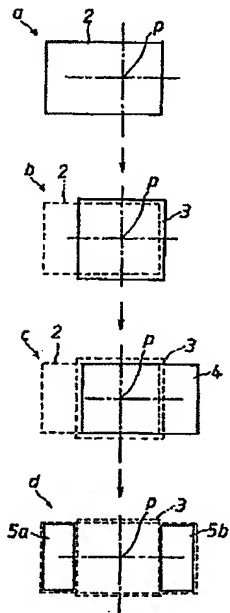
【符号の説明】

- 1 基板
- 2 下部電極
- 3 圧電体
- 4 上部電極
- 5 金属材料
- 6 絶縁体
- 7 ノズル出射端形状
- 8 電歪材料
- 9 a、9 b 分割電極

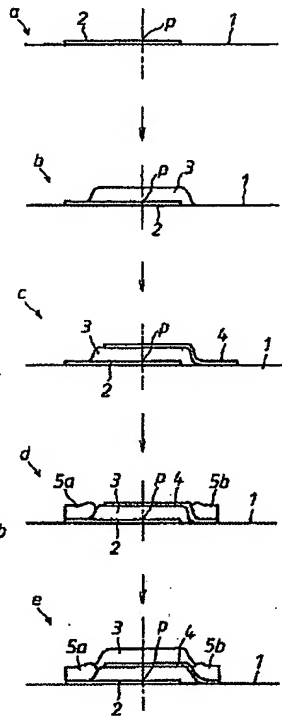
10 外部電極
11 電壺積層体

32 ノズル

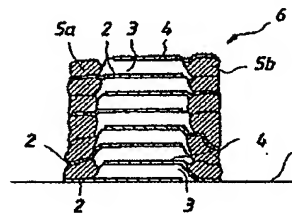
【図1】



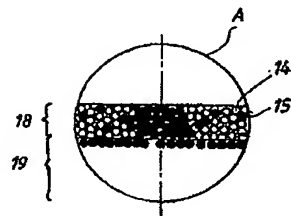
【図2】



【図4】

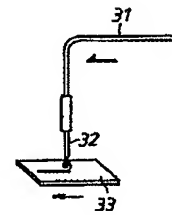


【図16】

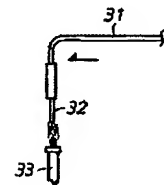


【図5】

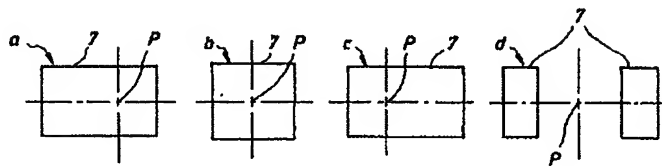
(A)



(B)

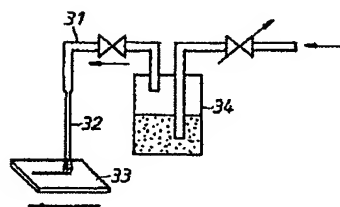


【図3】

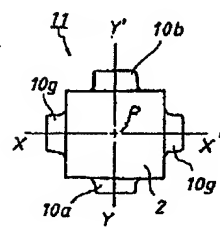


【図12】

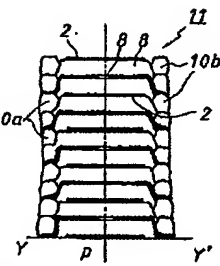
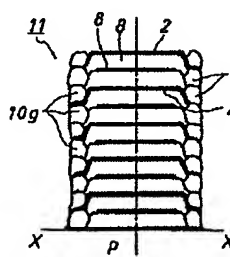
【図6】



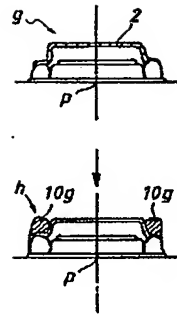
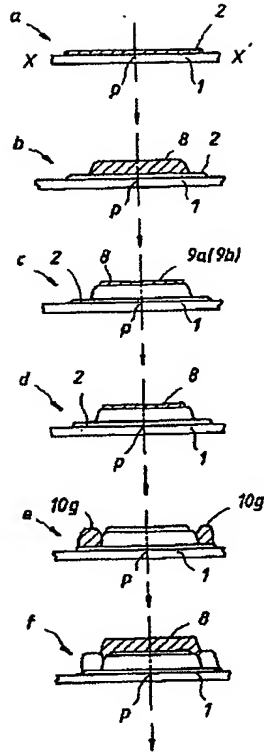
【図10】



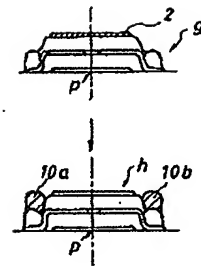
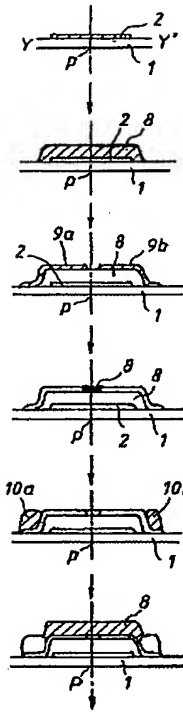
【図11】



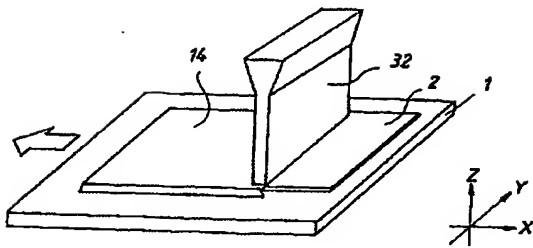
【図 7】



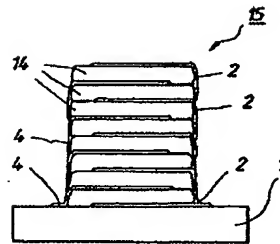
【図 8】



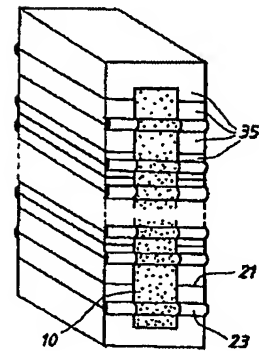
【図 13】



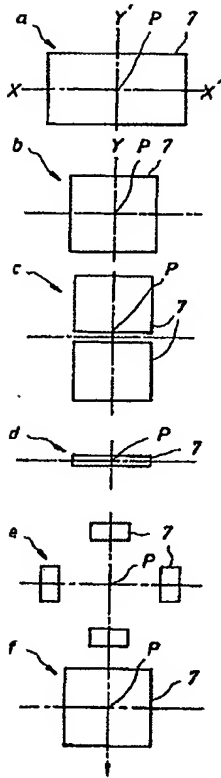
【図 14】



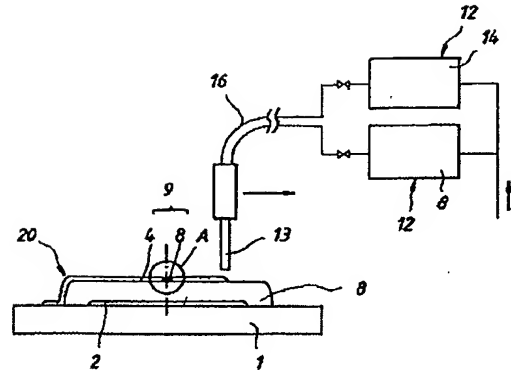
【図 19】



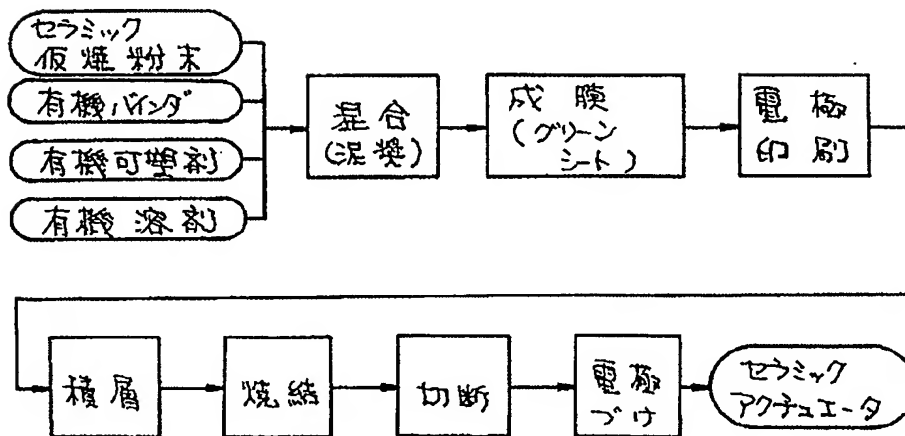
【図9】



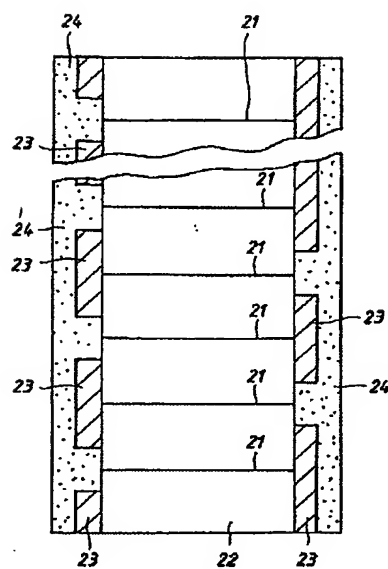
【図15】



【図17】



【図18】



フロントページの続き

(72) 発明者 沢田 之彦
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内